

D0207503

PARAMETER CHANGING METHOD AND DEVICE FOR AUDIO SIGNAL**Publication number:** JP10074097**Publication date:** 1998-03-17**Inventor:** O ENKI; GO TOKUFU**Applicant:** IND TECH RES INST**Classification:**

- international: **G10H1/24; G10H1/00; G10H1/043; G10L21/04;**
G10H1/24; G10H1/24; G10H1/00; G10H1/04;
G10L21/00; G10H1/24; (IPC1-7): G10H1/24; G10L3/02;
G10H1/00; G10H1/043

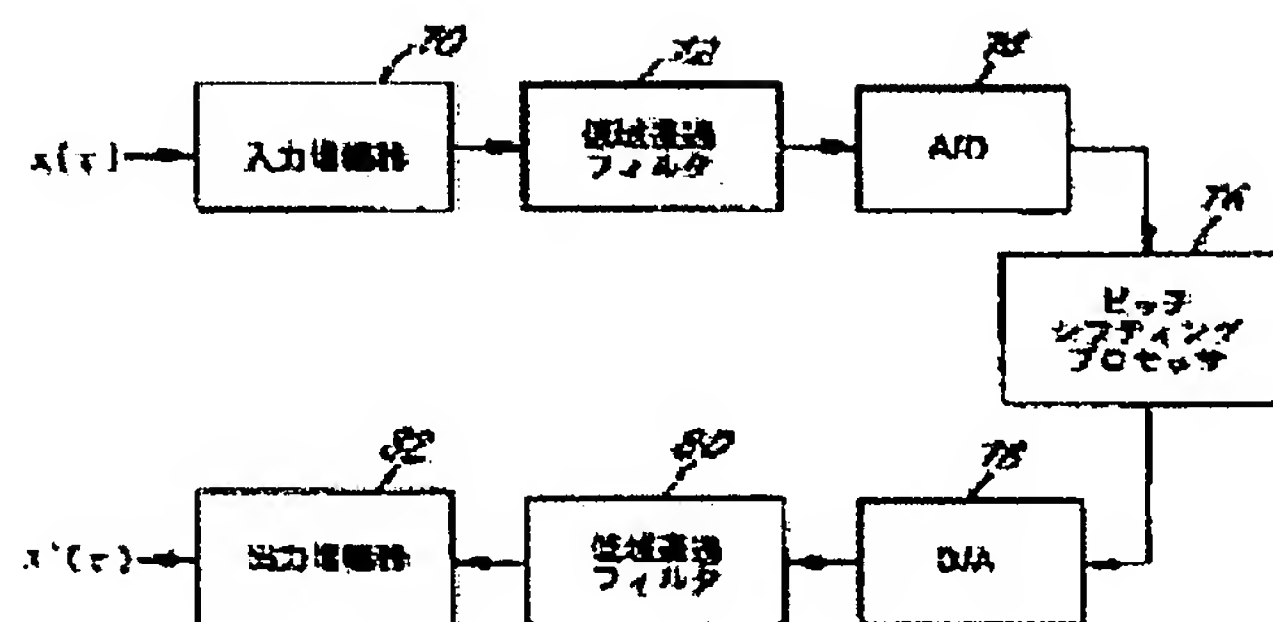
- European:

Application number: JP19960197776 19960726**Priority number(s):** JP19960197776 19960726

Report a data error here

Abstract of JP10074097

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a method in which the distortion and the noise are not present and which changes the pitch and the reproducing speed of an acoustic signal by determining optimal overlapping connection points while calculating means absolute errors of the acoustic signal and changing the pitch and the reproducing speed of the acoustic signal. **SOLUTION:** An analog /digital converter 14 converts an analog audio signal into a digital signal. Next, the digital signal is divided into acoustic frames in a pitch shifting processor 76 and the pitch and the reproducing speed of the digital signal in certain frames is changed. Next, the changed acoustic frame is overlappingly connected with unchanged acoustic frames so that the unchanged acoustic frames are overlapped with the end area of a pre-changed acoustic frame. This overlapping calculates a differential mean absolute error to minimize an audible noise. Or, the pitch and the reproducing speed are determined by defining the overlapping connection point as the best overlapping point in which the distortion and noise are not entirely present.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-74097

(43)公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L	3/02		G 1 0 L 3/02	A
G 1 0 H	1/00		G 1 0 H 1/00	B
	1/043		1/043	A
// G 1 0 H	1/24		1/24	

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-197776

(22)出願日 平成 8 年(1996) 7 月26日

(71)出願人 390023582

財団法人工業技術研究院

台湾新竹縣竹東鎮中興路四段195號

(72)発明者 王 燕暉

台湾新竹縣竹東鎮明星路240巷13號

(72)発明者 吳 德傳

台湾新竹市武陵西路 1 巷12號4 樓

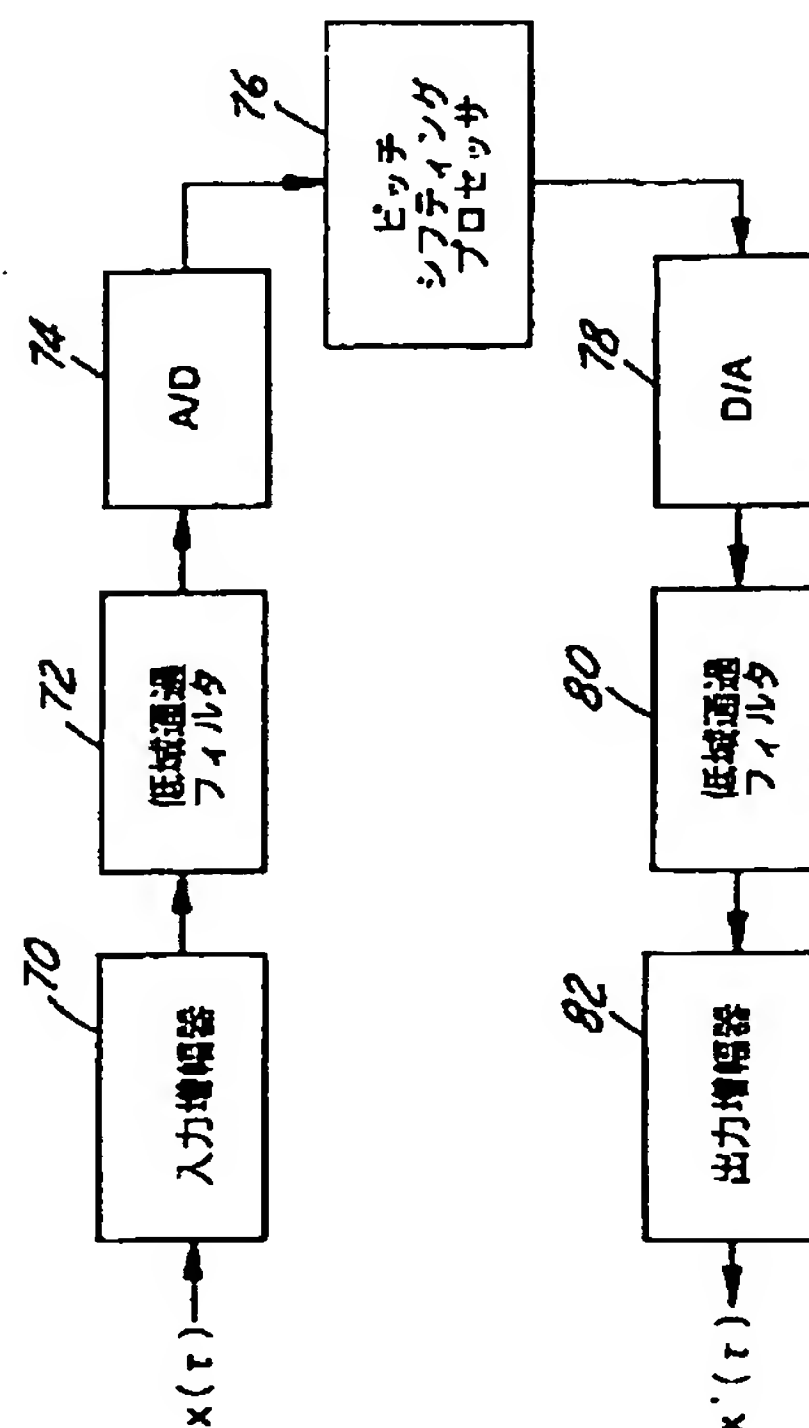
(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外 6 名)

(54)【発明の名称】 オーディオ信号のパラメータを変更する方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 オーディオ信号のパラメータを変更する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 本方法は、アナログ信号から変換されたデジタル信号を音響フレームに分割し、あるフレーム内のデジタル信号のピッチ及び再生速度を変更し、最後に変更されたフレームと最初の未変更フレームとを連続的に重ね継ぎし、差分平均絶対誤差を計算して可聴雑音を最小にする、または全くなくすような点を最良重ね継ぎ点として定義し、それによって音響信号の種々の区分を互いに重ね継ぎしてピッチ及び再生速度の変更を達成する。上記方法を実現する装置も開示され、本装置は入力及び出力増幅器と、入力の低域通過フィルタと、出力の低域通過フィルタと、アナログ・デジタル及びデジタル・アナログ変換器と、ピッチシフティングプロセッサとを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 オーディオ信号のパラメタを変更する方法において、

(a) アナログオーディオ信号をデジタル信号に変換する段階と、

(b) 上記デジタル信号を音響フレームに分割する段階と、

(c) あるフレーム内の上記デジタル信号のピッチ及び再生速度を変更する段階と、

(d) 上記変更済み音響フレームと未変更音響フレームとを重ね継ぎする段階と、

(e) 上記段階(c)及び(d)を、上記未変更音響フレームについて、及び上記デジタル信号の残余の未変

$$\begin{aligned} \text{DMAE} &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_1(m) - x_2(m+1+\tau) - x_2(m+\tau)| \\ &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_2(m+1+\tau) - [x_1(m) + x_2(m+\tau)]| \end{aligned}$$

なる関数による計算段階の数を最も少なくするような重ね継ぎの差分平均絶対誤差を定義することによって決められることを特徴とする方法。

【請求項2】 上記変更によって音響フレームが長くされる場合には、過剰の未変更音響フレームは破棄され、再生時間は変化せずに保存される請求項1に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項3】 上記変更によって音響フレームが短くされる場合には、不足の未変更音響フレームを元のデジタル信号から取り入れ、再生時間は変化せずに保存される請求項1に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項4】 上記DMAEは、nを許容計算精度の範囲に依存する整数として、互いに離間する点nτ内に定義される請求項1に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項5】 上記探索領域を複数の区分に分割し、上記各区分毎にも上記DMAEを定義し、上記定義されたDMAEを互いに比較し、そして最小DMAEを有する区分を最適の重ね継ぎ位置として選択する請求項1に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項6】 上記最小DMAEを有する区分を感知するのに必要な計算の数は、nを区分の数、MSを上記探索領域の長さとして、

$$n \{ 3 + 2 (\log_2 MS / n - 2) \}$$

である請求項5に記載のオーディオ信号のパラメタを変

$$\begin{aligned} \text{DMAE} &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_1(m) - x_2(m+1+\tau) - x_2(m+\tau)| \\ &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_2(m+1+\tau) - [x_1(m) + x_2(m+\tau)]| \end{aligned}$$

なる関数による計算段階の数を最も少なくするような重ね継ぎの差分平均絶対誤差を定義することによって決められることを特徴とする方法。

更音響フレームについて繰り返し、変更済みデジタル信号を生成する段階と、

(f) 上記変更済みデジタル信号をアナログ信号に戻すように変換する段階とからなり、

上記重ね継ぎ段階(d)は、上記変更済み音響フレームの端領域と、音響構造が上記端領域に類似している上記未変更音響フレームの部分とをクロスフェーディングのために重ね合わせることを含み、上記音響構造の類似性は、DMAEを重ね継ぎの差分平均絶対誤差とし、mを0とクロスフェーディングのサイズであるcsとの間の点の何等かの組合せ和とし、探索領域をsrとして $0 \leq \tau < sr$ とし、 x_1 を変更済みフレームとし、そして x_2 を未変更フレームとして、

更する方法。

【請求項7】 オーディオ信号のパラメタを変更する方法において、

(a) アナログオーディオ信号をデジタル信号に変換する段階と、

(b) 上記デジタル信号を音響フレームに分割する段階と、

(c) あるフレームの再生時間を変更する段階と、

(d) 上記変更済み音響フレームと未変更音響フレームとを重ね継ぎする段階と、

(e) 上記段階(c)及び(d)を、上記未変更音響フレームについて、及び上記デジタル信号の残余の未変更音響フレームについて繰り返し、変更済みデジタル信号を生成する段階と、

(f) 上記変更済みデジタル信号をアナログ信号に戻すように変換する段階とからなり、

上記重ね継ぎ段階(d)は、上記変更済み音響フレームの端領域と、音響構造が上記端領域に類似している上記未変更音響フレームの部分とをクロスフェーディングのために重ね合わせることを含み、上記音響構造の類似性は、DMAEを重ね継ぎの差分平均絶対誤差とし、mを0とクロスフェーディングのサイズであるcsとの間の点の何等かの組合せ和とし、探索領域をsrとして $0 \leq \tau < sr$ とし、 x_1 を変更済みフレームとし、そして x_2 を未変更フレームとして、

【請求項8】 上記再生時間の変更は、上記時間を増加させることを含み、上記オーディオ信号の処理は、上記オーディオ信号のサンプリング点を増加させることによ

って再生時間及び上記オーディオ信号のサンプリング点を維持することを含む請求項7に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項9】 上記再生時間の変更は、上記時間を減少させることを含み、上記オーディオ信号の処理は、上記オーディオ信号のサンプリング点を減少させることによって再生時間及び上記オーディオ信号のサンプリング点を維持することを含む請求項7に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項10】 上記DMAEは、 n を許容計算精度の範囲に依存する整数として、互いに離間する点 $n\tau$ 内に定義される請求項7に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項11】 上記探索領域を複数の区分に分割し、上記各区分毎にも上記DMAEを定義し、上記定義されたDMAEを互いに比較し、そして最小DMAEを有する区分を最適の重ね継ぎ位置として選択する請求項7に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項12】 上記最小DMAEを有する区分を探索するのに必要な計算の数は、 n を区分の数、 MS を上記探索領域の長さとして、

$$n \{ 3 + 2 (\log_2 MS / n - 2) \}$$

である請求項11に記載のオーディオ信号のパラメタを変更する方法。

【請求項13】 オーディオ信号のパラメタを変更する装置において、入力増幅器及び出力増幅器と、第1及び第2の低域通過フィルタと、アナログ・デジタル変換器と、デジタル・アナログ変換器と、ピッチシフティングプロセッサとを備え、上記入力増幅器、上記第1の低域通過フィルタ、及び上記アナログ・デジタル変換器は上記ピッチシフティングプロセッサの入力に直列に接続され、上記デジタル・アナログ変換器、上記第2の低域通過フィルタ、及び上記出力増幅器は上記ピッチシフティングプロセッサの出力に直列に接続されていることを特徴とするオーディオ信号のパラメタを変更する装置。

【請求項14】 上記ピッチシフティングプロセッサは、入力バッファに接続されている入力ユニットと、出力バッファに接続されている出力ユニットと、クロスフェーディングを必要とするオーディオ信号の部分を格納するクロスフェーディングデータメモリと、上記入力及び出力バッファ及び上記クロスフェーディングデータメモリに接続されているアドレスユニットと、レジスタファイルユニットと、平均絶対誤差及びクロスフェーディング値を計算するデジタル処理ユニットと、制御ユニットとを備え、上記入力バッファ、上記クロスフェーディングデータメモリ、上記レジスタファイルユニット、上記デジタル処理ユニット、上記制御ユニット、及び上記出力バッファは、バスシステムを通して互いに作動的に接続されている請求項13に記載のオーディオ信号

のパラメタを変更する装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的にはオーディオ信号のピッチ及び再生（または演奏）速度を変更するアルゴリズムに関し、より詳しく述べれば、音響信号の種々の区分を重ね継ぎ（スプライス）してピッチ及び速度を変更できるように平均絶対誤差を計算して最良の重ね継ぎ点を見出すことによって、オーディオ信号のピッチ及び速度を変更する高効率のアルゴリズムに関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】オーディオ信号レコーディングにおいては、特定のオーディオ応用における音響信号のピッチ及び再生速度を変更しようとする努力がなされてきた。例えば、サンプリングシンセサイザ、ハーモナイザ、ボコーダ、言語学習装置、電話応答装置、及びコンピュータ合成音楽のためのソフトウェアの使用のような、いろいろな応用において変更が試みられてきた。人の音声信号を変更することを望む場合には、圧縮技術を使用して歌手のピッチに従って音響信号を変更し、信号の振幅を調整していた。一般に、調整可能な入力音響信号の振幅の変更範囲は、オクターブ以内である。音響信号は、12の降順のハーフトーンと、12の昇順のハーフトーンとを含む合計24のハーフトーン内で調整することができる。この変更は、比較的簡単なハードウェア設計によって、データの実時間処理に対する要望に合わせなければならない。また音響内に、如何なる検出可能なひずみも導入してはならない。

【0003】従来、音響信号の変更には再サンプリング及びフォーマッティングを使用する分離及び重ね継ぎ方法が採用されていた。しかしながら、この変更方法は受容できないレベルのひずみを音響内に発生する。再サンプリング技術はサンプリング周波数を変えることに重点をおいており、音響信号の振幅を変化させるだけでなく、信号の長さ及びフォーマット包絡線の形状まで変化させてしまう。元の信号の長さを維持するために、音響信号を再サンプリングした後に圧縮及び伸長技術のような他の作業を遂行していた。しかし、これらの圧縮／伸長段階は、短時間のポップ雑音を発生させることが多い。更に、フォーマット包絡線の形状が変化すると、高ピッチの雑音が発生する。分離／重ね継ぎ方法は、フォーマットの形状を維持するために線形予測フィルタ及びフーリエ変換を使用するが、必要な計算段階の数が莫大になる。更に他の方法は、音響ピッチを変更するために複数の発振器及びフィルタバンクを使用している。これらの方法は、低周波数及び高周波数の雑音を発生し、更に計算に多数の段階を必要とする。従って、本発明の目的は、従来技術の方法の欠陥を有していない、音響信号のピッチ及び再生速度を変更する方法を提供することで

ある。本発明の別の目的は、音響信号の平均絶対誤差を計算することによって最適の重ね継ぎ点を決定し、音響信号のピッチ及び再生速度を変更する方法を提供することである。本発明のさらなる目的は、ブロック2進探索方法を組み入れることによって音響信号の平均絶対誤差を計算し、音響信号のピッチ及び再生速度を変更する方法を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上述した目的に従って、本発明の第1の面においては、先ずアナログオーディオ

$$\begin{aligned} \text{DMAE} &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_1(m) - x_2(m+1+\tau) - x_2(m+\tau)| \\ &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_2(m+1+\tau) - [x_1(m) + x_2(m+\tau)]| \end{aligned}$$

による計算段階の数を最も少なくするような重ね継ぎの差分平均絶対誤差を定義することによって決められる。但し、DMAEは重ね継ぎの差分平均絶対誤差であり、 m は0と cs (cs はクロスフェーディングのサイズ)との間の点の何等かの組合せ和であり、探索領域を sr として $0 \leq \tau < sr$ であり、 x_1 は変更済みフレームであり、そして x_2 は未変更フレームである。変更及び重ね継ぎ段階は、未変更音響フレームについて繰り返され、またデジタル信号の残余の未変更音響フレームについても繰り返されて変更されたデジタル信号が求められる。最後に変更済みデジタル信号をアナログ形状に戻すように変換される。

【0005】変更段階によって音響フレームが長くなる場合には、過剰な未変更音響フレームを破棄して再生時間を変化させないように維持する。一方、変更段階によって音響フレームが短くなる場合には、不足した音響フレームが元のデジタル信号から取り入れられて再生時間を変化させないように維持する。DMAEは、互いに離間した点 $n\tau$ (n は整数であって、許容計算精度の範

$$\begin{aligned} \text{DMAE} &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_1(m) - x_2(m+1+\tau) - x_2(m+\tau)| \\ &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_2(m+1+\tau) - [x_1(m) + x_2(m+\tau)]| \end{aligned}$$

による計算段階の数を最も少なくするような重ね継ぎの差分平均絶対誤差を定義することによって決められる。但し、DMAEは重ね継ぎの差分平均絶対誤差であり、 m は0と cs (cs はクロスフェーディングのサイズ)との間の点の何等かの組合せ和であり、探索領域を sr として $0 \leq \tau < sr$ であり、 x_1 は変更済みフレームであり、そして x_2 は未変更フレームである。変更及び重ね継ぎ段階は、未変更音響フレームについて繰り返され、またデジタル信号の残余の未変更音響フレームについても繰り返されて変更されたデジタル信号が求められる。最後に変更済みデジタル信号をアナログ形状に戻すように変換される。

【0006】この場合も、オーディオ信号処理がオーデ

信号をデジタル信号に変換するような、オーディオ信号のパラメタを変更する方法が提供される。次いで、このデジタル信号は音響フレームに分割され、あるフレーム内のデジタル信号のピッチ及び再生速度が変更される。次に、このように変更した音響フレームを、クロスフェーディングのために、未変更音響フレームが変更済み音響フレームの端領域に重なるように、未変更音響フレームと重ね継ぎする。この重ね合わせは、音響構造が上記端領域に類似したフレームの一部を用いて遂行される。音響構造の類似性は、関数

囲に依存する)内に定義される。探索領域を複数の区分に分割し、各区分毎にもDMAEを定義し、定義されたDMAEを互いに比較し、そして最小DMAEを有する区分を最適の重ね継ぎ位置として選択する。最小DMAEを有する区分を探索するのに必要な計算の数は、

$$n[3 + 2(\log_2 MS/n - 2)]$$

である。但し、 n は区分の数であり、 MS は探索領域の長さである。本発明の第2の面によれば、オーディオ信号のパラメタを変更する方法が提供され、この方法では、先ずアナログオーディオ信号はデジタル信号に変換される。次いで、このデジタル信号は音響フレームに分割され、あるフレームの再生時間が変更される。次に、このように変更した音響フレームを、クロスフェーディングのために、未変更音響フレームが変更済み音響フレームの端領域に重なるように、未変更音響フレームと重ね継ぎする。この重ね合わせは、音響構造が上記端領域に類似したフレームの一部を用いて遂行される。音響構造の類似性は関数

ィオ信号の振幅を増加させることがあれば、再生時間を変化させる変更段階はそれを増加させ、オーディオ信号の再生速度及び振幅を変化させないように維持する。また、オーディオ信号処理がオーディオ信号の振幅を減少させることがあれば、再生時間を変化させる変更段階はそれを短縮させ、オーディオ信号の再生速度及び振幅を変化させないように維持する。DMAEは、互いに離間した点 $n\tau$ (n は整数であって、許容計算精度の範囲に依存する)内に定義される。探索領域を複数の区分に分割し、各区分毎にもDMAEを定義し、定義されたDMAEを互いに比較し、そして最小DMAEを有する区分を最適の重ね継ぎ位置として選択する。最小DMAEを有する区分を探索するのに必要な計算の数は、

$n \{ 3 + 2 (\log_2 MS / n - 2) \}$

である。但し、 n は区分の数であり、 MS は探索領域の長さである。オーディオ信号のパラメタを変更する装置も提供される。本発明によれば、この装置は、入力増幅器及び出力増幅器と、第1及び第2の低域通過フィルタと、アナログ・デジタル変換器と、デジタル・アナログ変換器と、ピッチシフティングプロセッサとを備えている。入力増幅器、第1の低域通過フィルタ、及びアナログ・デジタル変換器はピッチシフティングプロセッサの入力と直列に接続され、一方デジタル・アナログ変換器、第2の低域通過フィルタ、及び出力増幅器はピッチシフティングプロセッサの出力と直列に接続されている。

【0007】ピッチシフティングプロセッサは、入力バッファに接続されている入力ユニットと、出力バッファに接続されている出力ユニットと、クロスフェーディングを必要とするオーディオ信号の部分を格納するクロスフェーディングデータメモリと、入力及び出力バッファ及びクロスフェーディングデータメモリに接続されているアドレスユニットと、レジスタファイルユニットと、平均絶対誤差及びクロスフェーディング値を計算するデジタル処理ユニットと、制御ユニットとを備えている。入力バッファ、クロスフェーディングデータメモリ、レジスタファイルユニット、デジタル処理ユニット、制御ユニット、及び出力バッファは、バスシステムを通して作動的に相互接続されている。本発明の他の目的、特色、及び長所は、以下の添付図面に基づく説明から明白になるであろう。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明によれば、従来技術の方法の欠陥を有していない、音響信号のピッチ及び再生速度を変更する方法が提供される。音響信号のピッチを変更する最も簡単な方法は、あたかもテープレコーダを高速で、または低速で再生しているかのような効果を生じさせることである。この効果は2つの異なる方法で発生させることができる。第1の方法は、もし再生速度を一定に保つのであれば、サンプリング点を周期的に増加または減少させることである。これを図1に示す。元の音響信号を10で示してある。音響信号12は、高速で再生された音響の効果を得るために、サンプリング点が周期的に減少していることを示している。音響信号12は、低速で音響を再生する効果を生じさせるために、サンプリング点が周期的に増加している状態を示している。第2の方法は、再生速度を増加または低下させながら、サンプリング点を一定に保つことである。この方法は、テープレコーダを高速で、または低速で再生する原理に似ている。しかしながら、これらの方法の何れかによってもたらされる欠陥の1つは、結果として得られる再生時間が変化することである。この問題を修正するために、変更する音響信号の重複／破棄方法を使用し、先ず連続

音響信号を、音響フレームと呼ぶ幾つかの区分に分割する。振幅が減少して音響フレームを長くさせるような状況では、過剰な音響信号を破棄する。一方、振幅が増加して音響フレームを短くさせる場合には、音響信号の不足部分を音響フレームの他の区分によって充填する。この技術を使用することによって、各音響フレームの長さを一定値に維持することができる。

【0009】更に、長さが不足する音響信号を他の音響フレームによって充填する方法は、以下のように実行することができる。 M ミリ秒の再生時間長を有する音響フレームの場合、もし周波数を x 倍に高めることによってピッチを増加させたとすれば、音響の再生時間は短縮されて出力音響フレームは M/x ミリ秒になる。その時間スケールの終わりの不足音響フレームは、元の音響信号の音響フレームのある区分を取り（即ち、元の音響信号の M/x から $M/x + M$ ミリ秒までの音響フレームを取るによって）、それを不足音響フレームの終わりに重ね継ぎすることによって充填することができる。各音響フレームには、クロスフェーディングのための音響信号の小さい領域20を付加（即ち、線形加算）しなければならない。これを図2に示す。16で示す入力音響信号の音響フレームの区分は、サンプリング点が比例的に減少される、即ちサンプリング周波数が増加された後は、18の長さまで短縮される。これによって、音響フレーム18の終わり（クロスフェーディング部分20を含まない）からは、元の音響信号に一致するようになる。これを図2に22で示す。この段階は、音響信号の残余の区分について繰り返される。

【0010】一方、もし音響信号のピッチが低下して周波数が $1/x$ になると、合計再生時間は xM ミリ秒になる。これを図3に示す。上述した場合と同じように、音響再生の終わりに、元の音響信号の対応する部分（即ち元の音響信号の xM から $xM + M$ ミリ秒までの部分）を取るによって、音響フレームのある区分が音響出力の終わりに接続される。各音響フレームの界面においてクロスフェーディング区分が同じように遂行される。例えば、音響フレーム32は入力音響信号のある区分であって、サンプリング点が増加する、即ちサンプリング周波数が低下した後は、番号34で示すように長さが増加する。音響フレームの後端において、クロスフェーディングのために小区分36が使用される。これによって音響フレームの後端34（クロスフェーディング区分36を含まない）は、図3の音響フレーム38で示すように元の音響信号に一致するようになる。この段階はプロセスを完了させるために繰り返される。本発明の方法によって変更された音響信号では、音響スケールの変化の程度は音響フレーム及びクロスフェーディングの大きさに関係する。一般的に言えば、ピッチが高く変更される程、音響フレーム及びクロスフェーディングの長さが短くなり、エコーを目立たなくすることができる。また、

クロスフェーディングを長くする程、発生する雑音小さくなることを発見した。しかしながら、クロスフェーディングが長過ぎると、音響のトーンの質が低下する恐れがある。たとえ、音響フレームを重ね継ぎするのにクロスフェーディング方法を使用して滑らかな移行を得ることができるとしても、それでも音響フレームの相対位置に起因して雑音は発生し得る。従って、他の音響フレームに最も類似する音響フレームの領域を探索し、重大な雑音が発生させることなくそれらを重ね継ぎできるように本発明を更に改善することが望ましい。これらの位置を探索する方法を図4に示す。例えば、音響フレーム40の後端の小さい音響フレーム区分42と、第2の音

$$\begin{aligned} \text{DMAE} &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_1(m) - x_2(m+1+\tau) - x_2(m+\tau)| \\ &= \sum_m |x_1(m) - x_2(m+\tau)| \\ &\quad + |x_1(m+1) - x_2(m+1+\tau) - [x_1(m) + x_2(m+\tau)]| \end{aligned}$$

に従って遂行される。但し、DMAEは重ね継ぎの差分平均絶対誤差であり、 m は0と cs (cs はクロスフェーディングのサイズ)との間の点の何等かの組合せ和であり、探索領域を sr として $0 \leq \tau < sr$ であり、 x_1 は変更済みフレームであり、そして x_2 は未変更フレームである。 m の点を多くする程、音響の質は良好になる。DMAEの位置は、その音響フレームにとって最良の重ね継ぎ点である。DMAEの計算は加算と減算だけでよく、これは乗算を必要としないから、簡単なプロセスである。

【0012】最良重ね継ぎ位置を探索するためにDMA

SNR	表 1	
	DMAE	DMAE及びサブサンプル
男の声	26.25415	26.20773
バイオリンの音	31.56789	31.14602
電子音楽	19.85814	19.737

表1に示すように、サブサンプリングを使用した、または使用しない方法を使用することによって、異なる音響信号について得られたSNR値に大きい差異はない。実際の聴取試験では、普通の人の耳では差を検出することはできなかった。また、精度の偏差が許容範囲内にある限り、各3つの点から1つのサンプリング点を取り出すか、または各4つの点から1つのサンプリング点を取り出して、計算の数を更に減少させることが可能である。

【0013】代替実施例において本発明は、普通は運動する画像の処理に使用される運動推定法をも使用する。運動推定法をも組み入れることによって、DMAEを探索するのに要する計算の合計数が大幅に減少する。換言すれば、最良の重ね継ぎ位置を探索する際に、二次元法を一次元2進探索法に縮小することができる。この探索の精度を改善するために、探索領域を多くの区分に分割して各区分毎のDMAE値を決定する。次いでこれらのDMAE値を比較し、最も小さい値を最適の重ね継ぎ位

置フレーム46の前区分44とを比較する。小区分42は、音響フレーム46の前区分44よりは小さいクロスフェーディング領域の大きさを示している。音響フレーム46と音響フレーム40とを重ね継ぎするためには、音響フレーム46内に同じような区分48を見出す必要がある。

【0011】音響フレームのための最も類似した重ね継ぎ領域を見出すための数学的方法を提唱する。この方法は、計算段階の数を最小にするような、従って高効率で重ね継ぎを行うことができる重ね継ぎの差分平均絶対誤差(DMAE)を計算することに基づいている。この計算は、

E法を適用する場合、その音響フレーム内の全てのサンプルが計算される。音響信号はある規則性を有しているから、何れか2つの隣接点間の差は極めて小さい。従って、サブサンプリング法で計算するために各2つの点の一方を取ることができる。サブサンプリング法を使用することによって、計算の精度を著しく低下させることなく、計算の合計数が半分に減少する。表1は、男の声、バイオリンの音、及び電子音楽について、DMAE法及びDMAE/サブサンプリング法の両者によって計算された信号対雑音比(SNR)を示している。

置として選択する。この変更された方法をブロック2進探索(BBS)と呼び、図5に示す。音響領域の1つを52で示す。この音響領域52は4つの等しい部分に分割され、小区分54、56及び58は各々1/4領域、2/4領域、及び3/4領域を表している。これらの領域は各々そのDMAE値が決定され、次いで領域58が最良の整合位置であることが決定される。次に、対応する小区分60を中心位置として、1/8前方の小区分62、及び1/8後方の小区分64が使用され、それらの中で最も整合する位置が決定される。図5に示すように、5/8位置にある小領域62が最も整合していることが見出される。この方法は、最も整合している位置66が2つの音響フレームの重ね継ぎ位置として、3つの隣接小領域が互いに離間した唯一の点であると決定されるまで連続して遂行される。

【0014】探索領域が n 区分に分割されるものとすれば、各最良整合点を探索するのに必要な計算の数は、

$$n \cdot [3 + 2 \cdot (\log_2 MS / n - 2)]$$

ここに、MSは探索領域の長さである。例えば、もし $n=4$ であれば、

$$MS = 10 \text{ ミリ秒} \times 22.05 \text{ kHz} = 220.5$$

になる。ブロック2進探索法を適用することによって、必要な計算の合計数は42に減少し、これは元の計算数の僅か20%にしか過ぎない。もしサブサンプリング法

をも採用すれば計算の合計数は更に半分に減少し、従って元の計算数の10%になる。ブロック2進探索法による計算効率を表2に示す。表に示すように、BBS法を使用して、または使用せずに決定された3つの異なる音響信号に関する信号対雑音比の差は極めて小さい。普通の人は、これらの差を聞き分けることはできない。

【0015】

表 2

SNR	DMAE	DMAE及び BBS	DMAE及びBBS 及びサブサンプル
男の声	26.25415	25.66386	25.32933
バイオリンの音	31.56789	31.11732	31.06021
電子音楽	19.85814	19.60205	19.76816

従って、本発明は、音響の再生速度を変えることによってサンプリング点を変えることができる。上に示した計算によって、ピッチを変えずに、しかし再生時間を増減させて同一の再生速度で変更された音響を再生することができる。例えば、もしある音響信号の計算によって振幅が増加すれば、その音響信号内に含まれるデータ量が増加する。同じ再生速度ならば合計再生時間が増加し、振幅は同一に維持される。反対に、もし計算によって振幅が減少すれば、その音響信号内に含まれるデータ量が減少する。再生時間を短縮することが可能になるが、振幅は同一に維持される。

【0016】通常、音響信号はアナログ信号として供給される。しかしながら、これらの信号が処理される時にはデジタル処理法を使用しなければならない。デジタル信号を処理した後に、それらは再びアナログ信号に変換されて出力される。図6は、ピッチ変更を組み入れた音響信号処理のためのブロック線図である。まず、マイクロホンが、処理のために音響をアナログ電子信号 $x(\tau)$ に変換する。アナログ信号 $x(\tau)$ は、信号を増強するために入力増幅器70によって増幅される。増幅された信号は、雑音信号を排除するために低域通過フィルタ72を通過させられる。濾波された信号はアナログ・デジタル変換器74へ印加され、アナログ信号はデジタル信号に変えられる。この点におけるデジタル信号はPCM信号であり、処理のためにピッチシフティングプロセッサ76へ送られる。次いで、処理された信号はデジタル・アナログ変換器78へ送られ、信号はアナログ信号にされる。次に、アナログ信号は別の低域通過フィルタ80へ送られ、そこから出力増幅器82へ供給されてスピーカを通して、変更されたピッチを有する可聴音 $x'(\tau)$ として出力される。図7に、ピッチシフティングプロセッサのアーキテクチャを示す。音響データはPI 90を通して入力バッファ92へ送られる。クロスフェーディングデータ94は、クロスフェーディングを必要とする先行音響フレームの後部分を格納している。DMAE及びクロスフェーディングを計算するためにDPU 96が使用される。処理された音響信

号は出力バッファ98及びPO 100を通して外部へ出力される。

【0017】以上に本発明を例示の目的で説明したが、説明に使用した用語は語の本質を意図するものであって、制約するものではないことを理解されたい。更に、本発明をその好ましい実施の形態に関して説明したが、当業者ならばこれらの教示を本発明の他の考え得る変形に容易に適用できよう。本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲によってのみ限定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】サンプリング点を増加及び減少させて同一の再生速度で再生された音響信号を示す図である。

【図2】音響スケールを増加させるための本発明の音響フレーム重ね継ぎ方法を示す図である。

【図3】音響スケールを減少させるための本発明の音響フレーム重ね継ぎ方法を示す図である。

【図4】音響フレームの最良重ね継ぎ位置を見出すための探索の範囲及び方法を示す図である。

【図5】最良重ね継ぎ位置を見出すための本発明の2進探索方法を示す図である。

【図6】本発明による装置のブロック線図である。

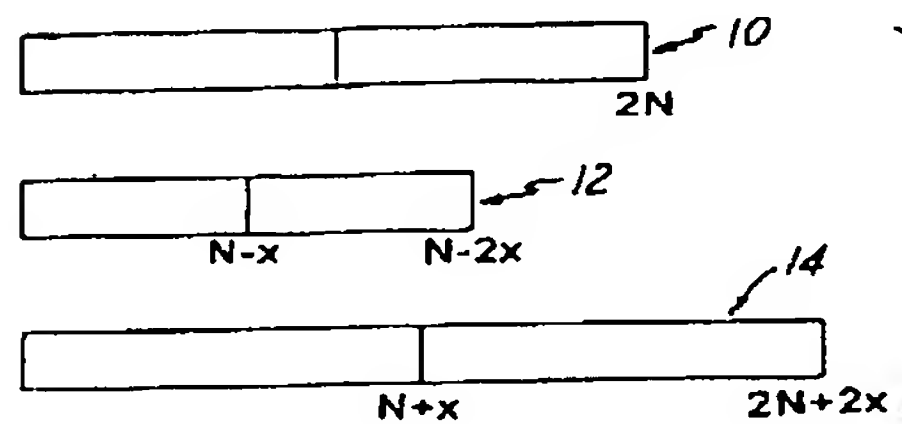
【図7】図6の装置のピッチシフティングプロセッサのブロック線図である。

【符号の説明】

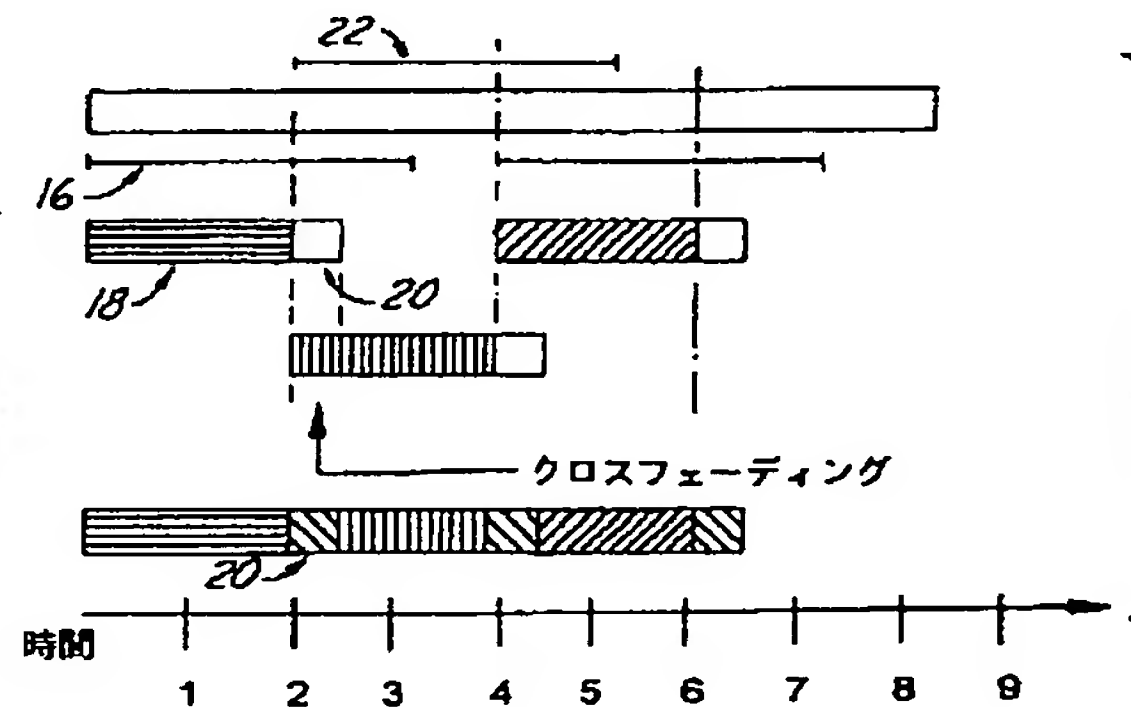
- 70 入力増幅器
- 72 低域通過フィルタ
- 74 アナログ・デジタル変換器
- 76 ピッチシフティングプロセッサ
- 78 デジタル・アナログ変換器
- 80 低域通過フィルタ
- 82 出力増幅器
- 90 PI
- 92 入力バッファ
- 94 クロスフェーディングデータ
- 96 DPU
- 98 出力バッファ

100 PO

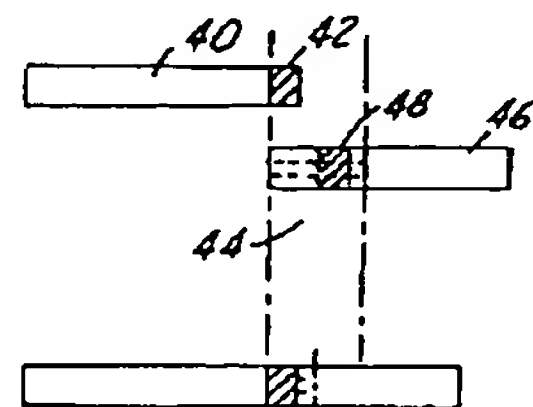
【図1】



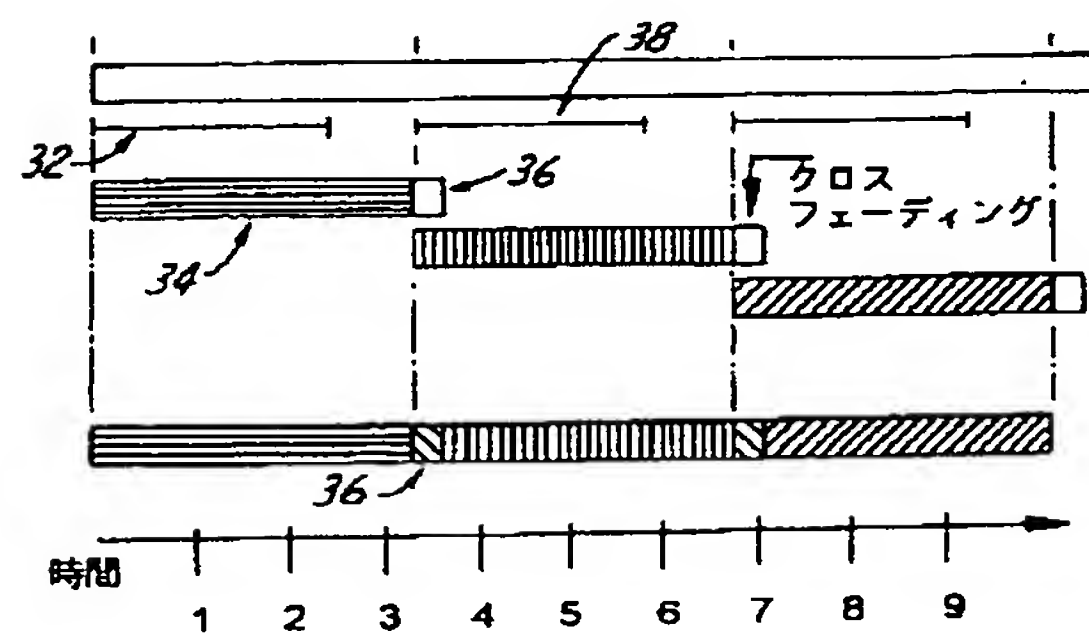
【図2】



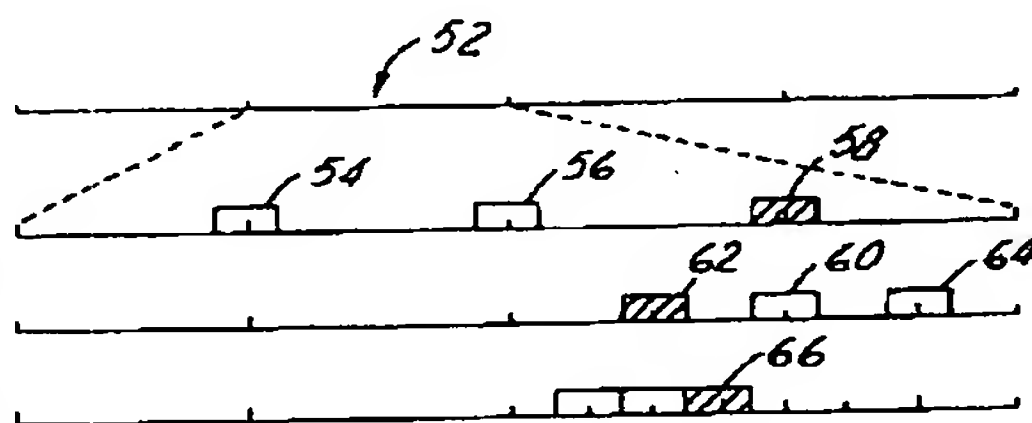
【図4】



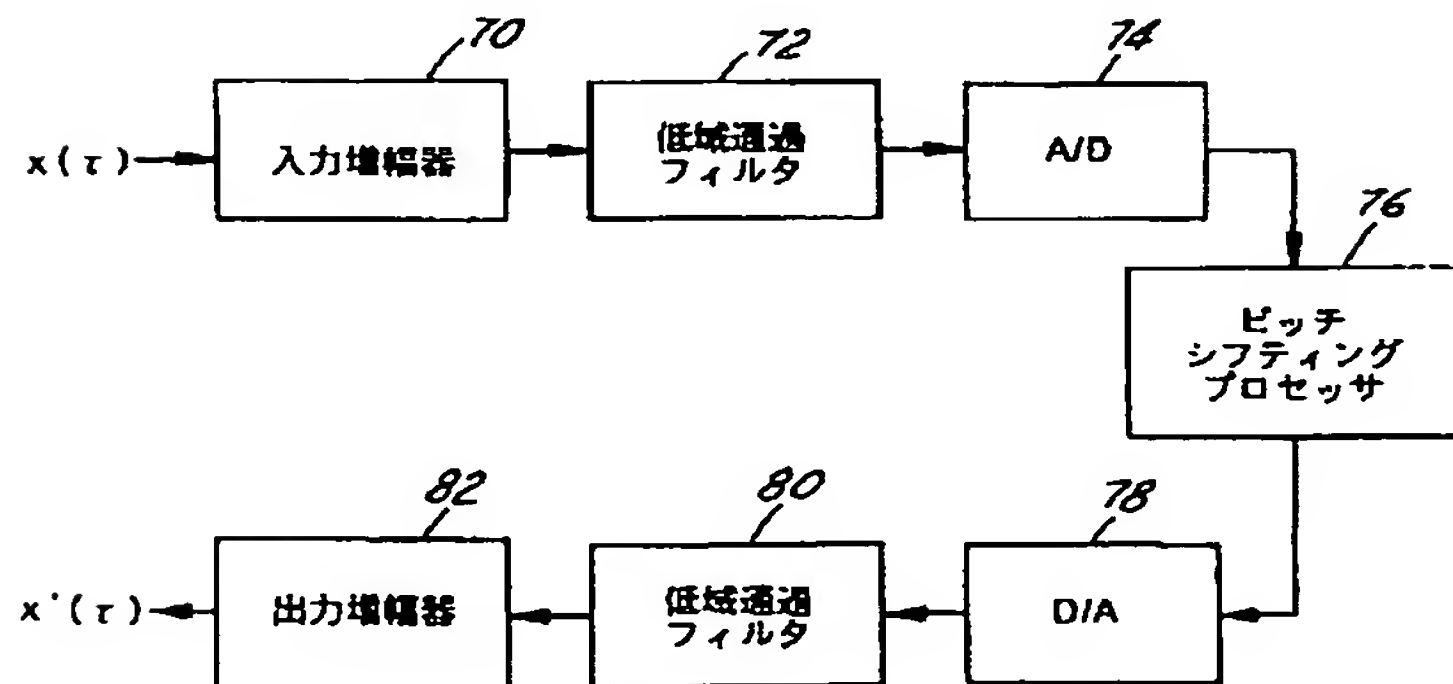
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

